



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 069 391** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) МПК⁶ **G 21 B 1/00**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 93017409/25, 06.04.1993

(46) Дата публикации: 20.11.1996

(56) Ссылки: 1. Глухих В.А., Монозон Н.А., Чураков Г.Ф. Состояние разработки демонстрационного термоядерного реактора - токамака "Т-20". Доклады Всесоюзной конференции по инженерным проблемам термоядерных реакторов. - Ленинград, 28-30 июня 1977, Л.: НИИЭФА, 1977, т. 1, с. 42-56. 2. Быков В.Е. и др. Система тороидального магнитного поля с разъемными катушками крупного токамака". Вопросы атомной науки и техники, серия "Термоядерный синтез". - М.: ИАЭ, вып.1(7), с. 46 - 58. 3. Патент США N 4305783, кл. G 21B 1/00, 1981.

(71) Заявитель:

Научно-исследовательский институт
электрофизической аппаратуры им.
Д.В.Ефремова

(72) Изобретатель: Филатов В.В.

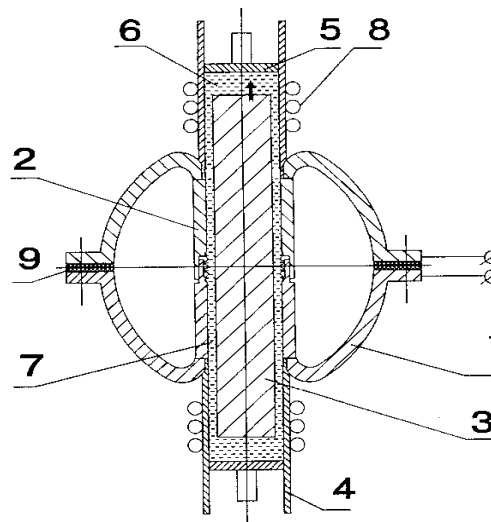
(73) Патентообладатель:

Научно-исследовательский институт
электрофизической аппаратуры им.
Д.В.Ефремова

(54) ОБМОТКА ТОРОИДАЛЬНОГО ПОЛЯ ИМПУЛЬСНОЙ ТЕРМОЯДЕРНОЙ УСТАНОВКИ

(57) Реферат:

Использование: в технике импульсных магнитных полей, в частности в электромагнитной системе термоядерной установки. Сущность изобретения: в обмотке тороидального поля (ОТП) импульсной термоядерной установки, которая содержит наружную полую проводящую конструкцию тороидальной формы 1 и контактирующую с ней емкость 2, заполненную жидким металлом 6, во внутренней емкости соосно наружной конструкции размещен металлический стержень 3 с возможностью перемещения вдоль главной оси симметрии наружной конструкции. Наружная конструкция выполнена в виде единой сплошной камеры с центральным отверстием для размещения внутренней емкости с жидким металлом и стержнем. 1 з. п. ф-лы, 1 ил.





(19) **RU** (11) **2 069 391** (13) **C1**
(51) Int. Cl.⁶ **G 21 B 1/00**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 93017409/25, 06.04.1993

(46) Date of publication: 20.11.1996

(71) Applicant:
Nauchno-issledovatel'skij institut
ehlektrofizicheskoy apparatury im. D.V.Efremova

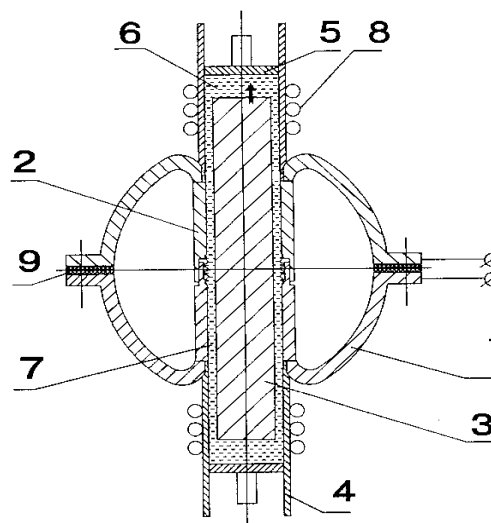
(72) Inventor: Filatov V.V.

(73) Proprietor:
Nauchno-issledovatel'skij institut
ehlektrofizicheskoy apparatury im. D.V.Efremova

(54) **TOROIDAL FIELD WINDING OF PULSED THERMONUCLEAR MACHINE**

(57) Abstract:

FIELD: pulsed magnetic fields; electromagnetic systems of thermonuclear machines. SUBSTANCE: toroidal field winding of pulsed thermonuclear machine has external hollow conducting structure 1 of toroidal shape and vessel 2 contacting the former and filled with liquid metal 6; internal vessel coaxial relative to external structure accommodates metal rod 3 mounted for displacement along main center line of external structure. The latter is, essentially, single solid chamber with central bore to receive internal vessel with liquid metal and rod. EFFECT: improved design. 2 cl, 1 dwg



Изобретение относится к технике импульсных магнитных полей и предназначено для использования в электромагнитной системе термоядерной установки.

Известны обмотки тороидального поля (ОТП), содержащие проводящую конструкцию тороидальной формы, выполненную сплошной намоткой электрического провода, либо составленную из массивных целых витков клиновидного сечения [1] Однако в такой ОТП затруднен монтаж и демонтаж внутри нее узлов термоядерной установки, например вакуумной камеры, а также невозможно размещение внутри ОТП катушек тороидального магнитного поля для повышения их эффективности.

Известны ОТП импульсных термоядерных установок, содержащие внутреннюю и наружную проводящие конструкции, которые электрически и механически связаны между собой электрическими контактами (разъемными соединениями) [2] Для создания тороидального магнитного поля в обмотке пропускается электрический ток, который приводит к нагреву проводника ОТП. Поскольку при заданных размерах установки поперечное сечение внутренней конструкции ОТП ограничено, то максимальная температура достигается во внутреннем центральном сечении ОТП. Значения полного тока ОТП и длительности импульса тока ограничены предельно допустимой температурой. Кроме того, вследствие давления магнитного поля наружная конструкция ОТП растягивается, а усилие передается через электрические контакты на внутреннюю конструкцию ОТП, повышая уровень механических напряжений в самом узком сечении обмотки. При этом снижается надежность работы электрических контактов.

Известны ОТП импульсных термоядерных установок, содержащие емкость с жидким металлом, которая используется в качестве внутренней проводящей конструкции ОТП, при этом жидкий металл выполняет функции скользящего электрического контакта [3] Однако из-за относительно плохой электропроводности жидкого металла весьма велики резистивные потери мощности в обмотке, что приводит к проблемам теплоотвода и ограничивает возможность повышения тока и тороидального поля в обмотке. Кроме того, из-за МГД-эффектов, вызванных наличием в установке магнитного поля, значительно возрастает мощность, необходимая для прокачки жидкого металла вдоль главной оси тора.

Задачей изобретения является снижение потребляемой мощности для обмотки, содержащей наружную полую проводящую конструкцию тороидальной формы и контактирующую с ней внутреннюю емкость, заполненную жидким металлом. Задача решается тем, что во внутренней емкости соосно наружной конструкции размещен металлический стержень, при этом наружная конструкция и внутренняя емкость выполнены и установлены с возможностью перемещения стержня вдоль главной оси симметрии наружной конструкции.

Технический результат заключается в том, что проводимость твердого материала стержня, например меди, существенно больше проводимости жидкого металла,

например натрия или галлия, что снижает потребляемую мощность. По сравнению со скоростью жидкого металла скорость стержня меньше, но это компенсируется тем, что объемная теплоемкость стержня больше, и кроме того, это ослабляет нежелательные МГД-эффекты при движении в магнитном поле.

Задачей изобретения является также снижение массы наружных силовых конструкций ОТП. Задача решается тем, что наружная конструкция обмотки выполнена в виде единой сплошной камеры с центральным отверстием, в котором размещается внутренняя емкость обмотки.

Технический результат заключается в том, что наружная конструкция ОТП, представляющая собой единую сплошную полую камеру сферической или эллиптической формы, имеет при заданной толщине наибольшую прочность под внутренним магнитным давлением. Центральное отверстие при этом укреплено штуцером, которым является внутренняя емкость конструкции. Дополнительных силовых элементов типа обжимающих колец или стягивающих шпилек в наружной конструкции не требуется.

Сечение ОТП изображено на приведенном чертеже.

Обмотка имеет наружную конструкцию в виде сплошной бронзовой камеры 1, состоящей из двух полусфер с отверстиями, которые укреплены штуцерами. Штуцеры связаны сильфоном и образуют герметичную внутреннюю емкость 2. Внутри емкости 2 размещен медный стержень 3. Вдоль оси стержня 3 емкость 2 имеет патрубки 4, в которых установлены поршни 5. Полости между стержнем 3 и поршнями 5, а также зазор между емкостью 2 и стержнем 3 заполнены жидким галлием 6 ($T_{пл}=29^{\circ}\text{C}$). Этот зазор с жидким галлием представляет собой жидкометаллический скользящий электрический контакт 7 так, что камера 1 связана электрически с жидким металлом и стержнем емкости 2. На патрубках 4 крепятся трубы 8 для прокачки хладагента. Наружные фланцы полусфер стянуты между собой изолированными шпильками через электроизоляционную прокладку 9 и присоединены к источнику тока.

В начале импульса тока поршни 5 приводятся в движение и создают разность давлений жидкого галлия 6 на концах стержня 3. Это вызывает движение стержня и галлия. Ток источника проходит по фланцу и стенке полусферы камеры 1 и попадает через заполненный тонким слоем галлия зазор (жидкометаллический скользящий контакт) в медный стержень 3, после чего возвращается к источнику через другую полусферу.

Давление тороидального магнитного поля внутри камеры 1 воспринимается полусферами камеры, а стержень 3 и емкость 2 с сильфоном не испытывают со стороны полусфер осевого растягивающего усилия. Импульс тока продолжается до тех пор, пока стержень 3 находится в пределах внутренней емкости 2. Тепло, выделившееся из-за резистивных потерь, отводится через галлий к хладагенту, который циркулирует в трубах 9. Во время следующего импульса тока стержень 3 движется в противоположном направлении.

При одинаковой плотности тока 55 MA/m^2 в поперечном сечении внутренней конструкции обмотки, одинаковой высоте камеры 3 м и одинаковой предельно допустимой температуре обмотки 95°C максимальная длительность импульса тока в прототипе составляет 4,5 с, а в заявляемом изобретении она определяется лишь длиной стержня и составляет 6,1 с при скорости стержня 0,68 м/с и при его полной длине 7 м.

Формула изобретения:

1. Обмотка тороидального поля импульсной термоядерной установки, содержащая наружную полуку проводящую

конструкцию тороидальной формы и контактирующую с ней внутреннюю емкость, заполненную жидким металлом, отличающаяся тем, что во внутренней емкости соосно наружной конструкции размещен металлический стержень, при этом наружная конструкция и внутренняя емкость выполнены и установлены с возможностью перемещения стержня вдоль главной оси симметрии наружной конструкции.

2. Обмотка по п. 1, отличающаяся тем, что наружная конструкция выполнена в виде единой сплошной камеры с центральным отверстием.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

DERWENT-ACC-NO: 1997-309146

DERWENT-WEEK: 199728

COPYRIGHT 2008 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Toroidal field winding of pulse
thermonuclear device has piston
to form pressure differential in
liquid gallium and move rod, and
uses hemispheres of body to
protect rod from axial stretching
force

INVENTOR: FILATOV V V

PATENT-ASSIGNEE: ELECTROPHYS EQUIP RES INST
[ELECR]

PRIORITY-DATA: 1993RU-017409 (April 6, 1993)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
RU 2069391 C1	November 20, 1996	RU

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL- DATE
RU 2069391C1	N/A	1993RU- 017409	April 6, 1993

INT-CL-CURRENT:**TYPE****IPC DATE**

CIPS

G21B1/00 20060101

ABSTRACTED-PUB-NO: RU 2069391 C1**BASIC-ABSTRACT:**

At the start of a current pulse, a piston (5) is given movement and a pressure differential is formed of liquid gallium (6) on the ends of a copper rod (3), causing movement of the rod and of the gallium. The current of a source passes through the flange and the wall of one hemisphere of a chamber (1) and then through the gallium-filled gap to the rod (3), before returning to the source through the other hemisphere. The force of the toroidal magnetic field inside the chamber is received by the hemispheres and the rod and a container (2) with a bellows are not subjected to axial stretching force. Current pulses are continued until the rod (3) is at the limits of the internal container (2) and heat generated because of resistance losses is passed out through the gallium and coolant circulated in tubes (9). During the next pulse, the rod is moved in the opposite direction.

USE - Used for the generation of pulse magnetic fields in electromagnetic systems of thermonuclear devices.

ADVANTAGE - Power consumption is reduced.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/1

TITLE-TERMS: TOROIDAL FIELD WIND PULSE
THERMONUCLEAR DEVICE PISTON FORM
PRESSURE DIFFERENTIAL LIQUID
GALLIUM MOVE ROD HEMISPHERICAL
BODY PROTECT AXIS STRETCH FORCE

DERWENT-CLASS: K05 X12 X14

CPI-CODES: K05-A03;

EPI-CODES: X12-C06; X14-A03;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: 1997-099355

Non-CPI Secondary Accession Numbers: 1997-256203